

Zeitschrift:	Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural
Herausgeber:	Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)
Band:	90 (1992)
Heft:	8
Artikel:	Rasternetz-Bodenuntersuchung im Kanton Zürich
Autor:	Wegelin, T.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-234858

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Rasternetz-Bodenuntersuchung im Kanton Zürich

T. Wegelin

Am 1. September 1986 trat, gestützt auf das eidgenössische Umweltschutzgesetz vom 7. Oktober 1983, die Verordnung über Schadstoffe im Boden (VSBo) in Kraft. Damit wurden die Kantone verpflichtet, im Bereich Bodenschutz aktiv zu werden. Der Regierungsrat des Kantons Zürich errichtete 1987 die Fachstelle Bodenschutz, welche dem Amt für Gewässerschutz und Wasserbau in der Direktion der öffentlichen Bauten angegliedert wurde. Im Rahmen der Rasternetz-Bodenuntersuchung wurden über 500 Standorte erfasst.

Basée sur la Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983, l'Ordonnance sur les polluants du sol (Osol) est entrée en vigueur le 1^{er} septembre 1986. Les cantons ont ainsi été contraints d'agir dans le domaine de la protection des sols. En 1987, le Conseil d'Etat du canton de Zurich a créé un office subordonné au Service de la protection des eaux et des constructions hydrauliques de la Direction des constructions publiques. Dans le cadre de l'élaboration d'un réseau d'analyse du sol, plus de 500 points de prélèvement ont été retenus.

Einleitung

Die Hauptzielsetzung der neugeschaffenen Bodenschutzgesetzgebung besteht in der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit durch Begrenzung der Schadstoffbelastung auf einem für Menschen, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen noch tolerierbaren Niveau. Zur Beurteilung der Bodenbelastung enthält die VSBo Richtwerte für vorderhand 10 Schwermetalle und Fluor. Diese Schadstoffe sind nicht abbaubar. Organische Schadstoffe wie z.B. Dioxine, polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK, PAH) oder polychlorierte Biphenyle (PCB) fehlen darin. Wird ein Richtwert erreicht oder überschritten, so ist die Fruchtbarkeit des Bodens langfristig nicht mehr gewährleistet. Auf Einwirkungen wie z.B. mechanische Bewirtschaftung, die den Boden dadurch gefährden, dass sie zu Verdichtungen, Erosion oder Humusschwund führen können, geht die VSBo nicht ein.

Konkrete Regelungen zur Schadstoffbegrenzung an der Quelle, die in die Richtung einer Minimierung des Schadstoffeintrages in den Boden zielen, finden sich in der Luftreinhalteverordnung, der Stoffverordnung sowie der Technischen Verordnung über Abfälle.

Bereits im Jahre 1984 – vor der Gründung der Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich – hatte die eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene in Liebefeld im Auftrag des Bundes damit begonnen, ein nationales Bodenbeobachtungsnetz (NABO) über die ganze Schweiz zu errichten. An etwa 100 Standorten, wovon sieben im Kanton Zürich liegen, sind detaillierte Bodenuntersuchungen zur Beurteilung der Schadstoffbelastung durchgeführt worden. Wiederholungen dieser Bodenunter-

suchungen nach einer bestimmten Zeit (anfänglich wurde an Intervalle von fünf Jahren gedacht) sollen es ermöglichen, allfällige Zunahmen der Schadstoffbelastung frühzeitig zu erkennen.

Das NABO deckt die meisten Kantonsflächen nicht repräsentativ ab. Deshalb sind weitere Standorte für viele Kantone als Ergänzungen notwendig. Es ist darum nicht erstaunlich, dass einige der neu entstandenen Bodenschutzfachstellen alsbald mit der Planung und z.T. schon bald mit der Durchführung eigener kantonaler Bodenbeobachtungsnetze (KABO) begannen. Auch die Zürcher Bodenschutzfachstelle machte sich an die Planung eines KABO, musste aber schon bald feststellen, dass angesichts der vielen methodischen Probleme, die das NABO und ähnliche Projekte aufwarfen, kaum innerhalb nützlicher Frist mit einer ersten kantonsweiten Beurteilung des Bodenzustandes gerechnet werden durfte. Damit der Boden seiner Bedeutung entsprechend vor Schadstoffen geschützt werden kann, sind möglichst umfassende Kenntnisse seines aktuellen Belastungszustandes nötig. Die bis vor kurzem verfügbaren Kenntnisse genügten zur Feststellung eines allfälligen Massnahmen- bzw. Handlungsbedarfes nicht. Es stellte sich somit die Aufgabe, mit einem geeigneten Untersuchungsverfahren möglichst rasch einen Überblick über Menge und Verteilung der Schadstoffe im Boden des gesamten kantonalen Territoriums zu erhalten.

Die Rasternetz-Bodenuntersuchung

Aufgrund der günstigen topographischen Verhältnisse des Kantons Zürich (keine eigentlichen Gebirge) konnte zur Festle-

gung der Beprobungsstandorte ein Rasternetz von 2 km Seitenlänge über das ganze Kantonsgebiet gelegt werden. Die Rasterpunkte deckten sich mit den Schnittpunkten der geraden Kilometerkoordinaten und konnten auf der Landeskarte 1 : 25 000 festgelegt werden. In Einzelfällen mussten die Rasterpunkte vor Ort noch etwas verschoben werden, wenn sie z.B. zu nahe an einer Strasse oder sonst ungünstig lagen. Insgesamt ergaben sich so 425 Standorte. Aufgrund ihrer Nutzung lassen sie sich in

- 130 Wald- oder Kahlschlagflächen
- 253 landwirtschaftlich genutzte Flächen
- 31 Rasen-, Hausgarten- oder Schrebergartenflächen (Siedlungsgebiet)

sowie einzelne Spezialstandorte wie Hekken, Obstplantagen, Strassenböschungen und organische Böden einteilen. In Zusammenarbeit mit der Stadt Winterthur wurde das Rasternetz im dortigen Gebiet auf 500 m verdichtet.

Gemäss den Vorgaben der VSBo und der Wegleitung des Bundes für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden wurden an jedem Rasterpunkt Proben aus dem sogenannten Oberboden (0–20 cm Tiefe) entnommen, aufbereitet und analysiert.

Die Totalgehalte an den Schwermetallen Blei, Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium, Zink, teilweise an Molybdän und am Element Fluor sowie die löslichen Gehalte an Blei, Cadmium, Kupfer und Zink wurden gemäss den Vorgaben der VSBo bestimmt. Zusätzlich wurden die Gehalte an den Nährstoffen Phosphor und Kalium gemessen. Als wesentliche Bodenkennwerte wurden die pH-Werte sowie die potentiellen und effektiven Kationenaustauschkapazitäten ermittelt. Zur Darstellung der Durchschnittswerte wird der als mittlerer Wert bezeichnete Median verwendet. Die Resultate werden verglichen mit einem im Rahmen des nationalen Forschungsprogrammes Boden erschienenen Bericht über die Schwermetallgehalte der Böden in der Schweiz, mit der gemeinsam vom Kanton Zürich und der Stadt Winterthur durchgeföhrten Untersuchung der Schadstoffbelastung im Boden der Stadt Winterthur sowie einigen Regionaluntersuchungen aus der übrigen Schweiz. Der Boden der Stadt Zürich wurde noch nicht detaillierter untersucht. Hier kann, im Gegensatz zu Winterthur, infolge des dichter und komplizierter überbauten Gebietes nicht mit einer einfachen Verdichtung des Rasternetzes als Probenahmekonzept gearbeitet werden.

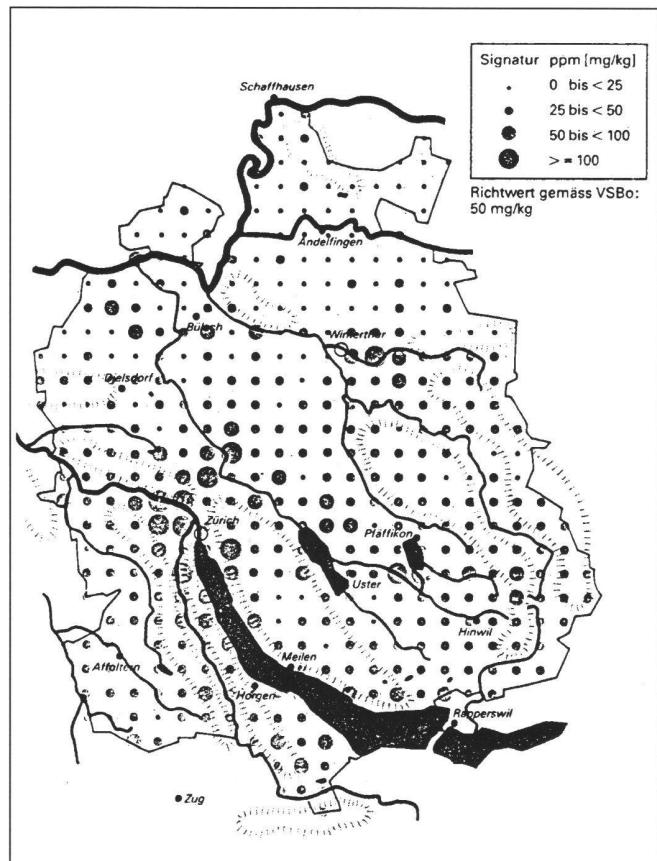


Abb. 1: Blei, Totalgehalte im Oberboden.

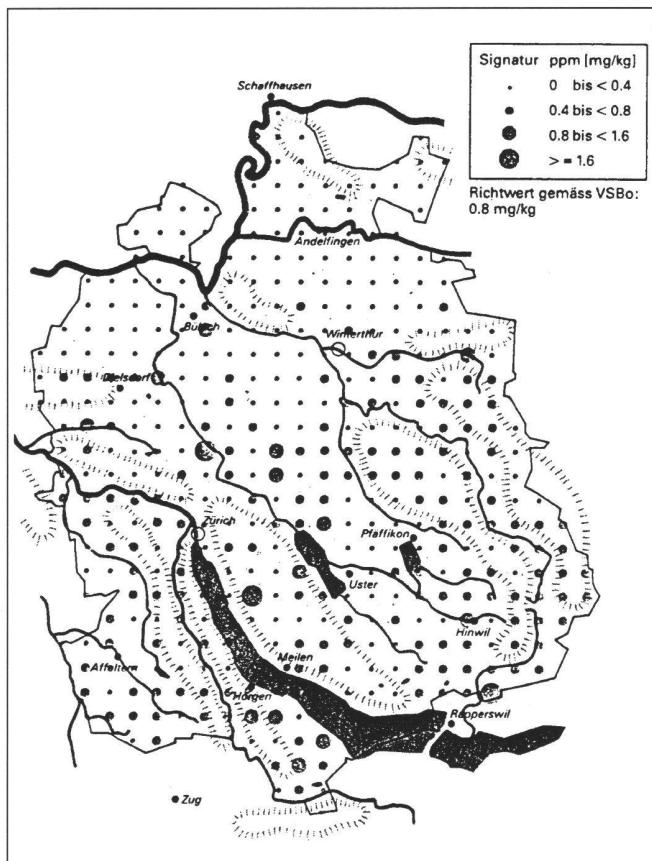


Abb. 2: Cadmium, Totalgehalte im Oberboden.

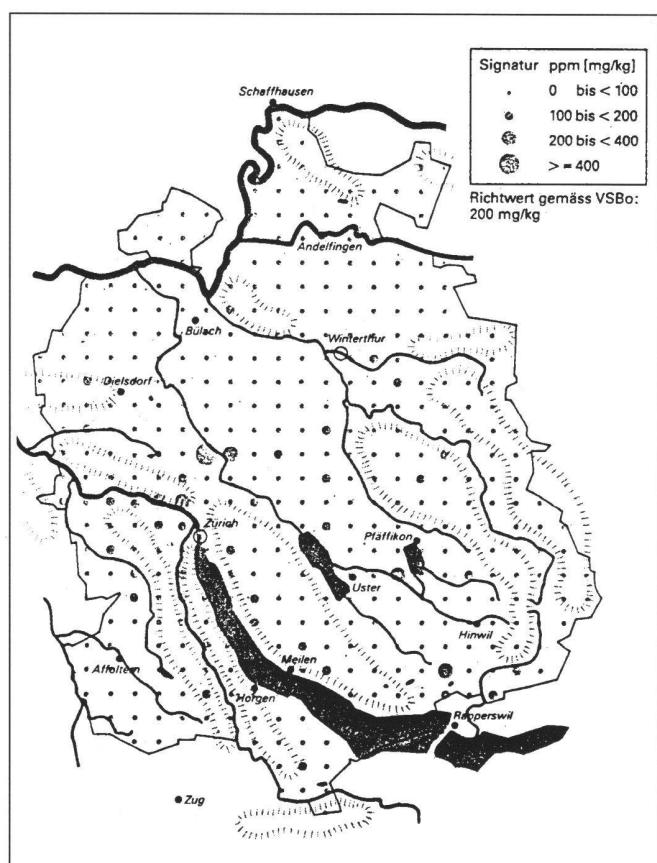


Abb. 3: Zink, Totalgehalte im Oberboden.

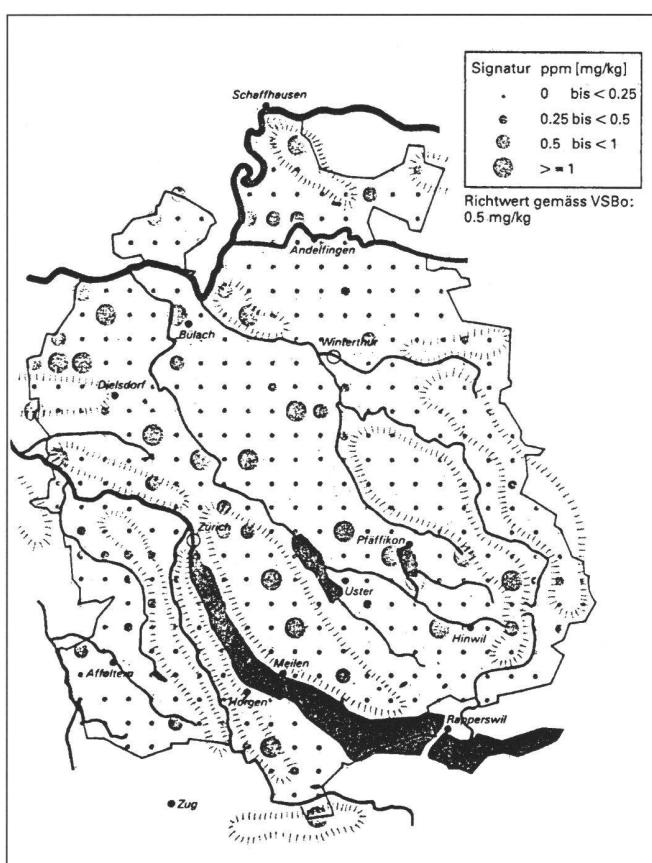


Abb. 4: Zink, lösliche Gehalte im Oberboden.

Partie rédactionnelle

Ergebnisse und Folgerungen

Die untersuchten Schadstoffe lassen sich aufgrund der Ergebnisse in folgende Kategorien einteilen:

Die Belastungen mit Cobalt, Molybdän und Thallium liegen meist wesentlich unter dem halben Richtwert, weisen keine Richtwertüberschreitungen auf und scheinen momentan nicht problematisch zu sein.

Quecksilber weist im Siedlungs- und vereinzelt im Landwirtschaftsgebiet Richtwertüberschreitungen auf. Hier sind gezielte Einzeluntersuchungen nötig. Daneben liegen über 90% aller Proben unterhalb einem Viertel des Richtwertes.

Kupfer weist vor allem in den Siedlungs- und Landwirtschaftsflächen erhöhte Gehalte auf. Ausserdem liegt sein Gehalt bereits bei einem Drittel der Böden über der Hälfte des Richtwertes. Diese erhöhten Gehalte können langfristig problematisch werden.

Problematisch sind die Metalle Blei, Cadmium und Zink (vgl. Abbildungen). Die teilweise hohen Bleigehalte (Abb. 1) stellen trotz zukünftig stark verminderter Zufuhr eine hohe Grundbelastung dar. Die Totalgehalte von Cadmium (Abb. 2) liegen vor allem im Siedlungs- und Landwirtschaftsgebiet häufig im Bereich des halben Richtwertes oder darüber. Die bei tiefen pH-Werten leichte Pflanzenverfügbarkeit dieses Schwermetalles und seine Giftheit für Mensch und Tiere erfordern eine weitere Reduktion des Schadstoffeintrages. Die im Siedlungsbereich allgemein eher höheren Zinkgehalte (Abb. 3), die Richtwertüberschreitungen sowie die aufgrund saurer Bodenverhältnisse hohen löslichen Anteile (Abb. 4) im Wald sind ein Problem für die Bodenfruchtbarkeit und das Pflanzenwachstum. Die häufig sauren Bodenreaktionen und die damit verbundenen verminderten Sorptionsfähigkeiten des Waldbodens lassen Zink und Cadmium bereits schon bei Totalgehalten, die weit unter den Richtwerten liegen, löslich werden.

Bei den Chrom-Totalgehalten, von denen rund ein Viertel über der Hälfte des Richtwertes liegen, die aber nur sehr wenige Richtwertüberschreitungen aufweisen, ist geogener Einfluss möglich. Dies gilt in verstärktem Ausmass für Nickel, welches regional in erhöhten Konzentrationen vorzukommen scheint. Auch bei Fluor kann ein hoher geogener Anteil vermutet werden. Hier muss der Richtwert der VSBo grundsätzlich hinterfragt werden.

Die teilweise hohen Nährstoffgehalte im Siedlungs- und im Landwirtschaftsgebiet weisen darauf hin, dass Schadstoffe nicht nur durch die Luftverschmutzung, den Strassenverkehr oder die Industrie, sondern auch durch übermässigen Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln in die Böden gelangen.

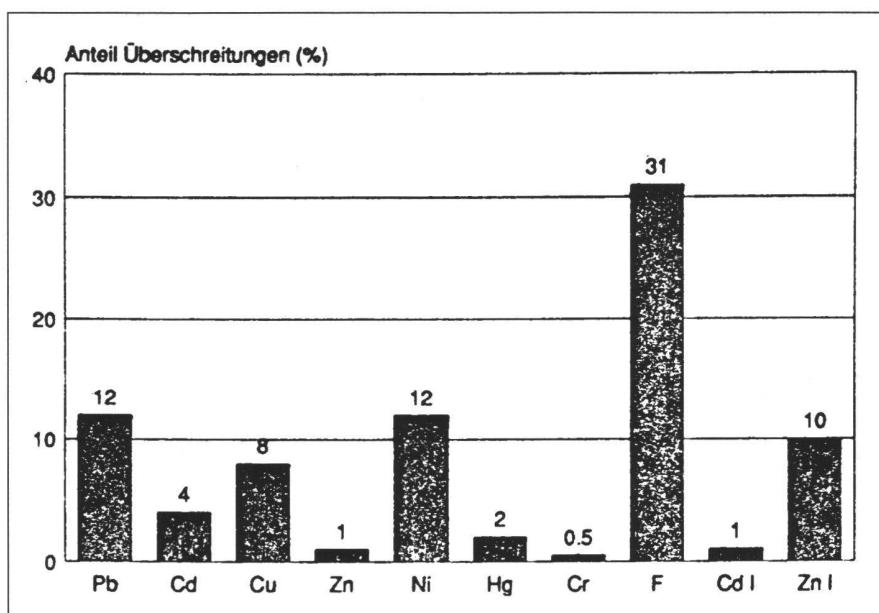


Abb. 5: Richtwertüberschreitungen der einzelnen Schadstoffe.
Totalgehalte: Pb = Blei, Cd = Cadmium, Cu = Kupfer, Zn = Zink, Ni = Nickel, Hg = Quecksilber, Cr = Chrom, F = Fluor.
Lösliche Gehalte: Cd I = Cadmium, Zn I = Zink.

Massnahmen

Die Schadstoffgehalte der Böden im Kanton Zürich lassen sich nicht mit Bestimmtheit einzelnen Verursachern zuweisen. Es ist jedoch bekannt, dass die Schadstoffeinträge in den Boden durch Industrie und Gewerbe (Galvanisierbetriebe, Lackierereien, Metallspritzwerke, Stahlwerke etc.), durch Haus- und Grossfeuerungen, durch den Strassen- und Schienenverkehr, durch Kehricht- und Sonderabfallverbrennungsanlagen, durch Dünger und Pflanzenschutzmittel sowie durch Klärschlamm verursacht werden.

Sanierungsmöglichkeiten

Massnahmen zur grossflächigen Sanierung von übermäßig belasteten Böden sind, falls überhaupt realisierbar, äusserst schwierig und erfordern grosse finanzielle und personelle Mittel. Sie stehen aufgrund dieser Untersuchung nicht zur Diskussion. Abgesehen davon, dass keine derart dramatischen Situationen angetroffen wurden, die solche Massnahmen rechtfertigen würden, fehlen hierzu sowohl Depots als Bodenmaterial für einen Bodenaustausch, als auch praktikable und an die Schweizer Böden angepasste Bodenreinigungsverfahren.

Vorsorge

In erster Linie ist der weitere Eintrag von Schadstoffen aus der Luft, durch die Bewirtschaftung oder durch Unfälle soweit als möglich zu reduzieren bzw. zu verhindern. Konkrete Massnahmen zum Schutz des Bodens vor weiteren künstlichen Belastungen sind:

- Die Sanierung von identifizierten Emissoren von Luftschaudstoffen (z.B. durch weitergehende Rauchgasreinigungen bei Kehricht- und Schlammverbrennungsanlagen, die derzeit vielerorts installiert werden).
- Der kontrollierte und sparsame Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln.
- Vorkehrungen zur Verhinderung von unfallmässigen, akuten Bodenverunreinigungen.

Gemäss VSBo haben die Kantone abzuklären, ob Massnahmen nach den Vorschriften des Bundes in den Bereichen Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Abfälle genügen, um im betroffenen Gebiet den weiteren Anstieg der Schadstoffgehalte zu verhindern.

Folgeuntersuchungen

Bei Böden mit Richtwertüberschreitungen wird zunächst die Nutzung der betreffenden Flächen durch systematische Befragung der Besitzer und Bewirtschafter genau abgeklärt. Dort, wo dies zu keinem Ergebnis führt sowie auch zur Abklärung der flächenmässigen Ausdehnung der Belastung werden weitere Proben analysiert. Um festzustellen, ob die hohen Gehalte von Nickel, Fluor und Chrom geogen sind, müssen an stark belasteten Stellen auch Proben des Unterbodens entnommen und analysiert werden. Daneben wird die Umgebung von früheren oder heute noch täglichen Emissoren gezielt untersucht.

Verdachtsflächenkataster

Viele der festgestellten und potentiellen Bodenverschmutzungen sind vermutlich

vor längerer Zeit geschehen. Die Schadstoffquellen existieren möglicherweise heute nicht mehr oder sind saniert. Solche verschmutzten Böden sind gewissermaßen Altlasten. Es ist damit zu rechnen, dass weitere Bodenbelastungen im Kanton Zürich existieren, die durch die Maschen des Rasternetzes gefallen sind und nicht erfasst wurden. Eine Verdichtung des Netzes wird jedoch als wenig sinnvoll erachtet. Sie würde, wenn die Maschenweite genügend eng sein sollte, eine unverhältnismässig hohe Probenzahl erfordern.

In einem weiteren Schritt soll darum zusätzlich zu den oben erwähnten Folgeuntersuchungen ein Verdachtsflächenkataster aufgestellt werden. Dieser soll den bereits im Entstehen begriffenen Altlastenkataster, der die Bereiche Industrieanlagen, Deponien und Unfallstandorte umfasst, ergänzen und die restliche Bodenfläche erfassen. Der Verdachtsflächenkataster soll sich in erster Linie auf

Verdachtsmomente und erst danach auf Bodenuntersuchungen stützen. Die Methodik für das Vorgehen wird zuerst in einer Testregion des Kantons Zürich erarbeitet und soll danach auf den ganzen Kanton angewendet werden.

Künftige Schwerpunkte des Bodenschutzes

Mehrere Schadstoffe weisen höhere Grundgehalte im Boden auf als man früher angenommen hat. Dadurch ist die Spanne bis zum Erreichen der Richtwerte geringer. Die maximal zulässigen Schadstoffeinträge, welche noch hinzukommen dürfen, sollten daher überdacht werden. Dabei ist die Synergiewirkung gewisser Elemente sowie deren Einfluss auf die Pflanzenverfügbarkeit mit zu berücksichtigen. Die zulässigen Schadstoffeinträge bilden eine der massgebenden Grundlagen für die Festlegung der Emissionsgrenzwerte in der eidgenössischen Luftreinhaltever-

ordnung sowie für die Regelungen in der eidgenössischen Stoffverordnung. Langfristig sollte das Konzept des Auffüllens des Bodens mit Schadstoffen bis zum Richtwert aufgegeben werden. Stattdessen sollte ein Gleichgewicht zwischen Ein- und Austrag von Schadstoffen auf einem für den Boden verträglichen Niveau angestrebt werden.

Die Versauerung des Waldbodens ist im Rahmen der Forstwirtschaft zu betrachten. Allfällige Massnahmen sind einzuleiten, falls der Gesundheitszustand der Bäume dadurch bedroht wird.

Adresse des Verfassers:

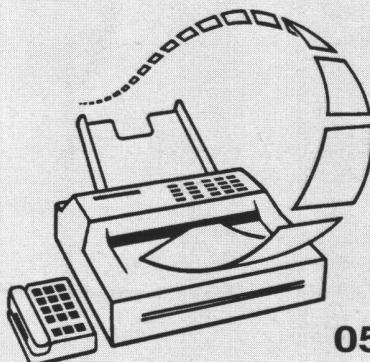
Dr. Thomas Wegelin
Fachstelle Bodenschutz
Amt für Gewässerschutz und Wasserbau
Walchetur
CH-8090 Zürich

Zu verkaufen:

**1 CURTA2-RECHENMASCHINE
NEU**
**1 CURTA1-RECHENMASCHINE
OCC.**

Offerten unter Chiffre 1057 an SIGWERB AG
Dorfmattestrasse 26, CH-5612 Villmergen

Suchen Sie Fachpersonal?



Inserate
in der VPK
helfen Ihnen.
Wenn es eilt,
per Telefax

057 / 23 15 50

RECULTEX®

Geotextil System

EUROPAweit* Nr. 1

in recultivierbarem
Erosionsschutz

* in 10 verschiedenen europäischen Ländern
und der USA

Vertrieb:

HG COMMERCIALE, in allen Geschäftsstellen der Schweiz
OBI öku-HUM 9562 Märwil Telefon 072 / 24 16 26
Fritz AG 8032 Zürich Telefon 01 / 251 27 04